



LES DETENDEURS

FORMATION GP / N4 - CTD 01 - 2021 / 2022

INTRODUCTION

- Comprendre les mécanismes et fonctionnement des détenteurs
- Pannes et remèdes - Entretien



I^{ÈRE} PARTIE : FONCTIONNEMENT

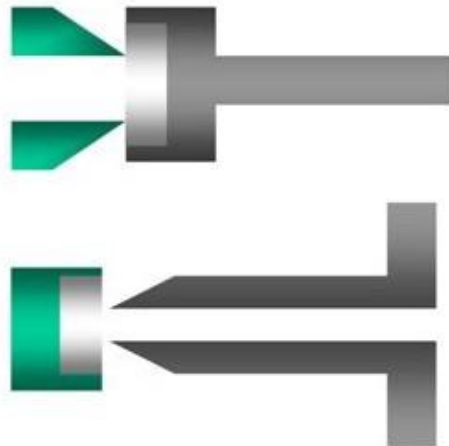
AU DÉPART ... UN SIÈGE ET UN CLAPET

Les pièces

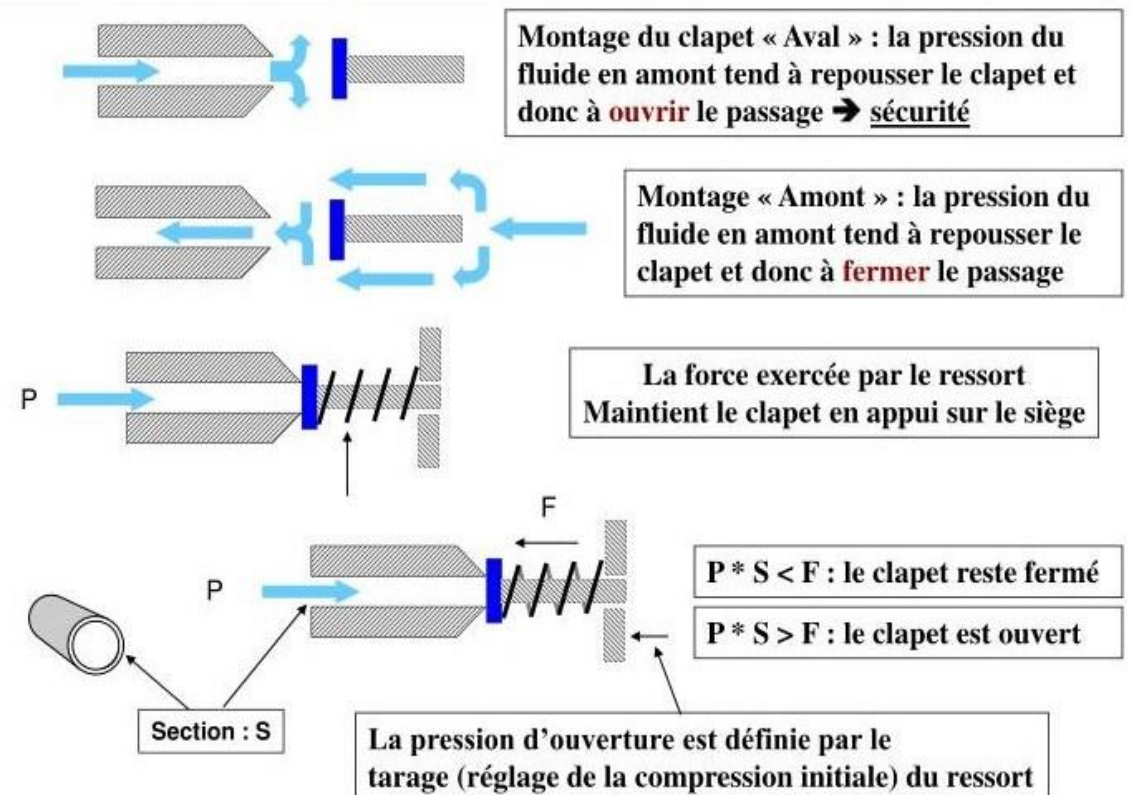
Le siège est une partie fixe

Le clapet est une pièce en mouvement

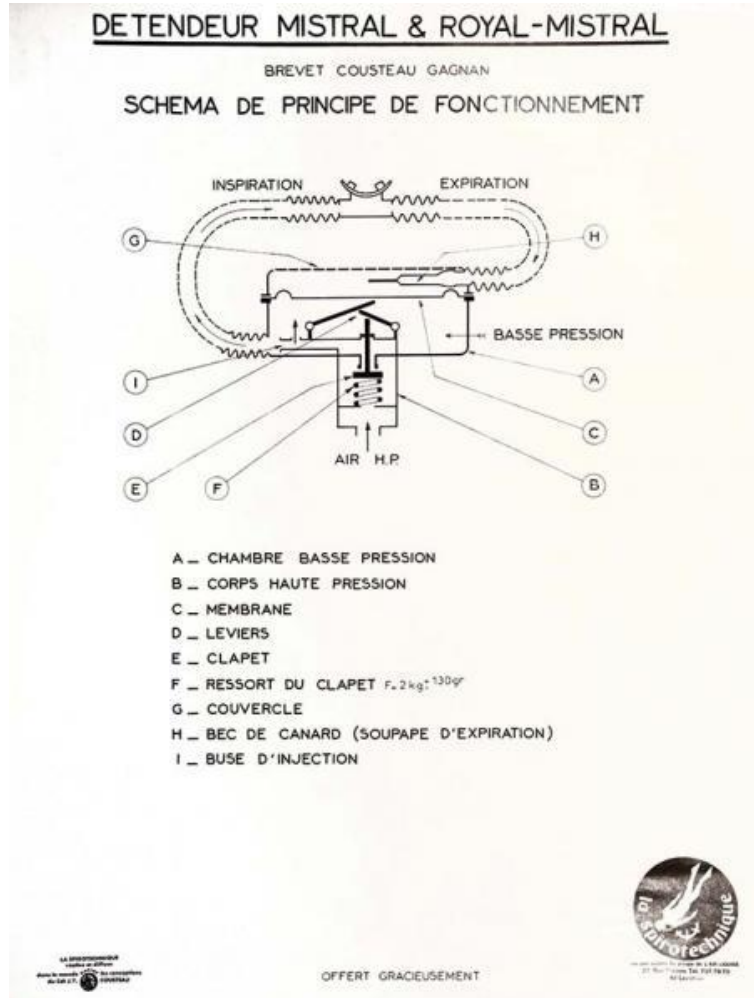
Étanchéité entre un matériau dur et un matériau tendre



Les montages



IL ÉTAIT UNE FOIS ... LE MISTRAL



Bilan des forces

- Forces qui ouvrent :
Pression ambiante sur la membrane
- Forces qui ferment :
Le ressort
Air sous pression
Air dans la chambre sèche

Avantages

Simple et robuste
Sortie air dorsale, ne gêne pas la vue

Inconvénients

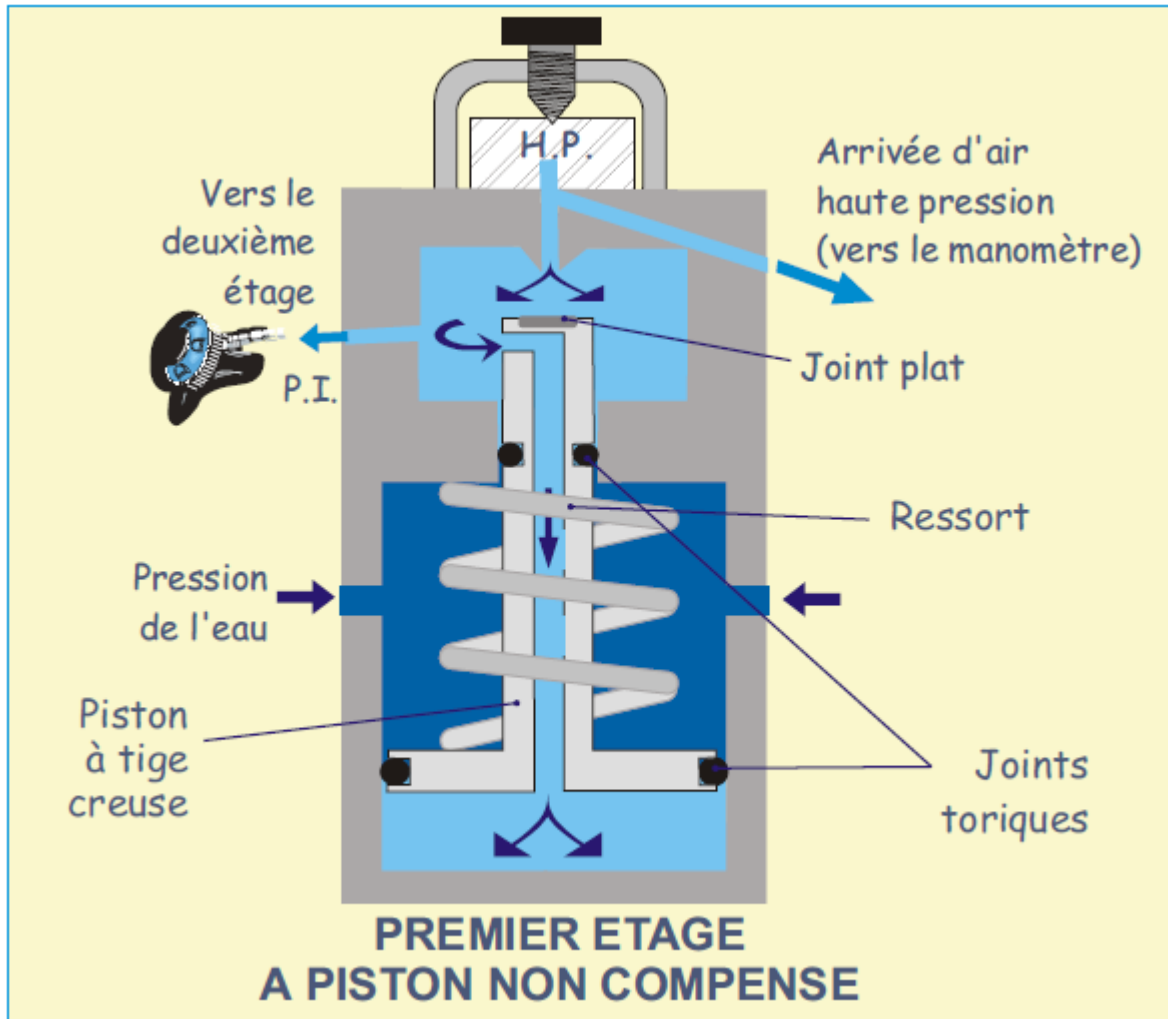
Débit tributaire position embout / air HP
Clapet et siège soumis fortes pressions (usure rapide)
Tuyaux BP fragiles
Sensibilité diminue avec la pression HP
Apprentissage LRE – Donner Air

LES DÉTENDEURS MODERNES À 2 ÉTAGES

- Détente de l'air en deux fois
- Un 1^{er} étage fait passer pression du bloc (200 à 300 bars) à la pression ambiante + pression ressort (8 – 10 bars)
- Un 2^{ème} étage fait passer Pression Intermédiaire à Pression Ambiante
- Débit air indépendant position embout / arrivée air HP
- Branchement flexible MP
- Multi-sorties MP – HP

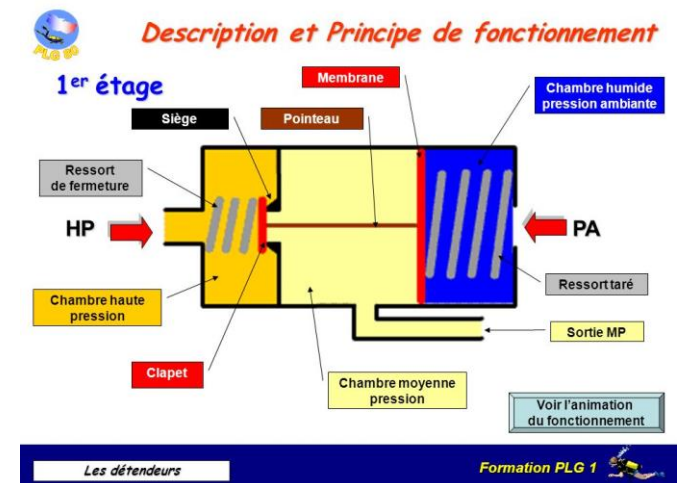
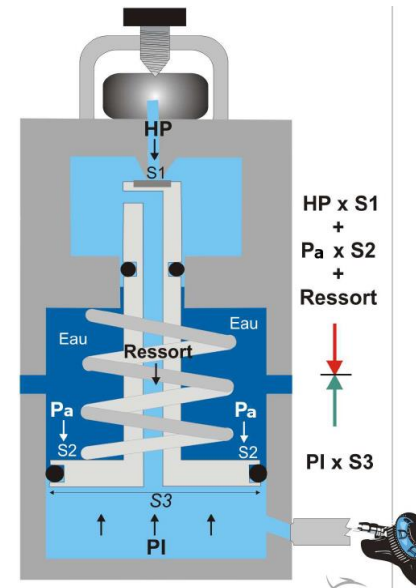


LE DÉTENDEUR À PISTON



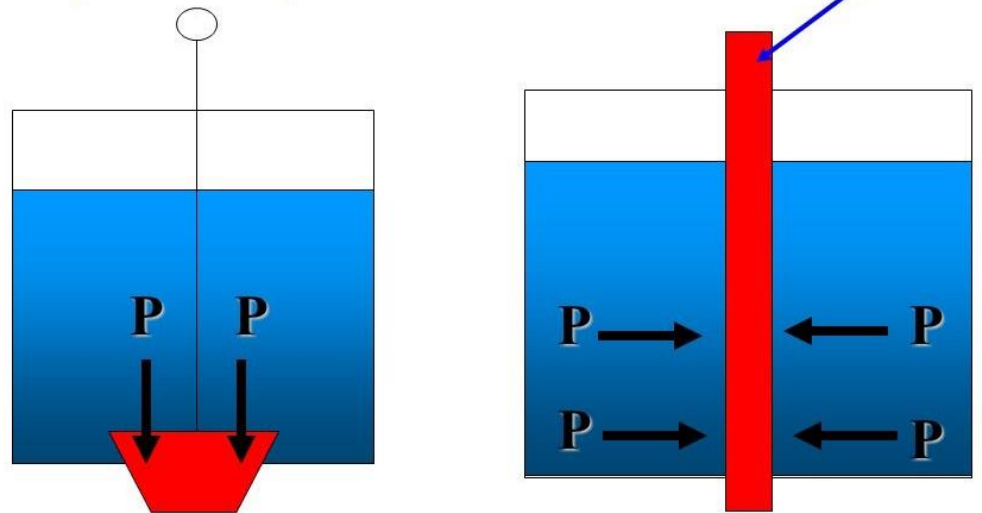
Bilan des forces

- Forces qui ouvrent
 - Force H.P. sur la surface du clapet
 - Force du ressort
 - Force de la pression ambiante sur la surface du piston
- Forces qui ferment
 - Force de la P.I. sur la surface du piston

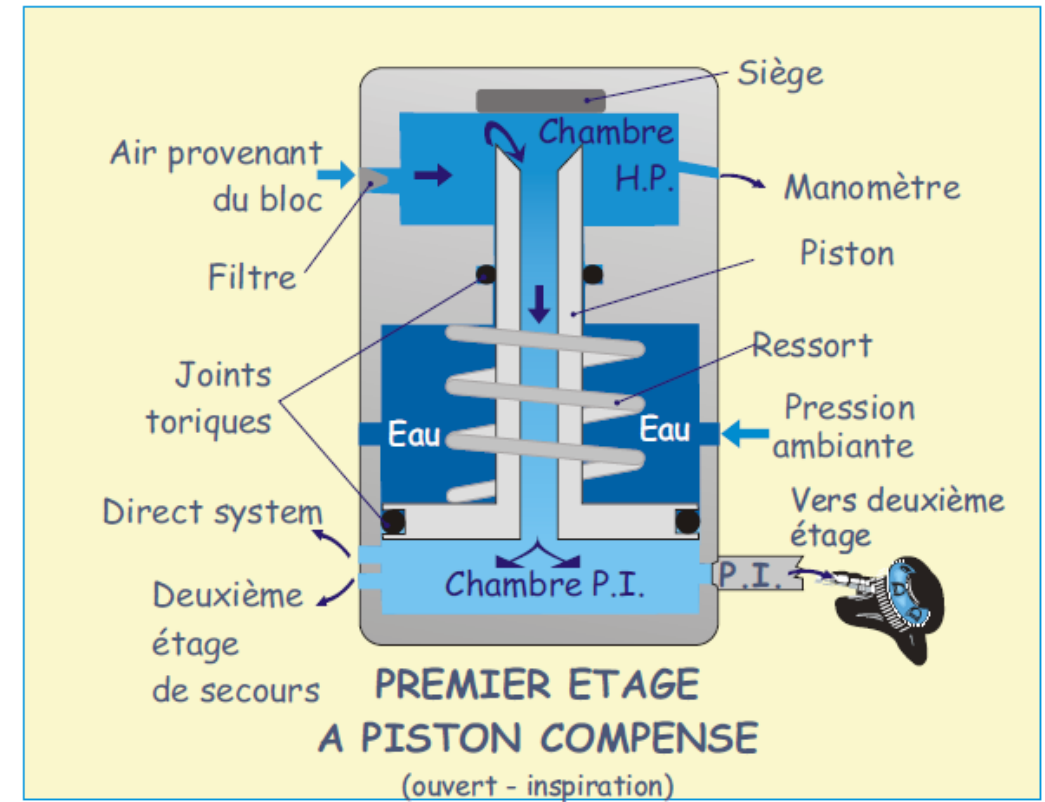


LA COMPENSATION

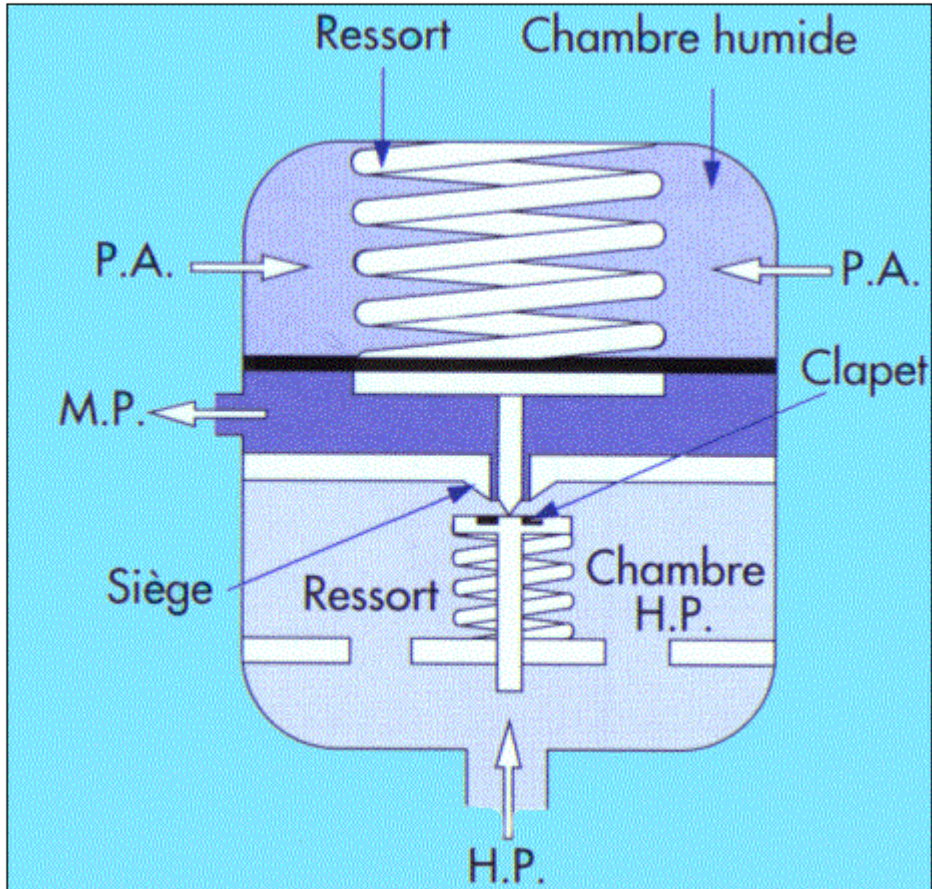
Pourquoi la compensation?



Plus d'impact de la HP dans le bilan des forces



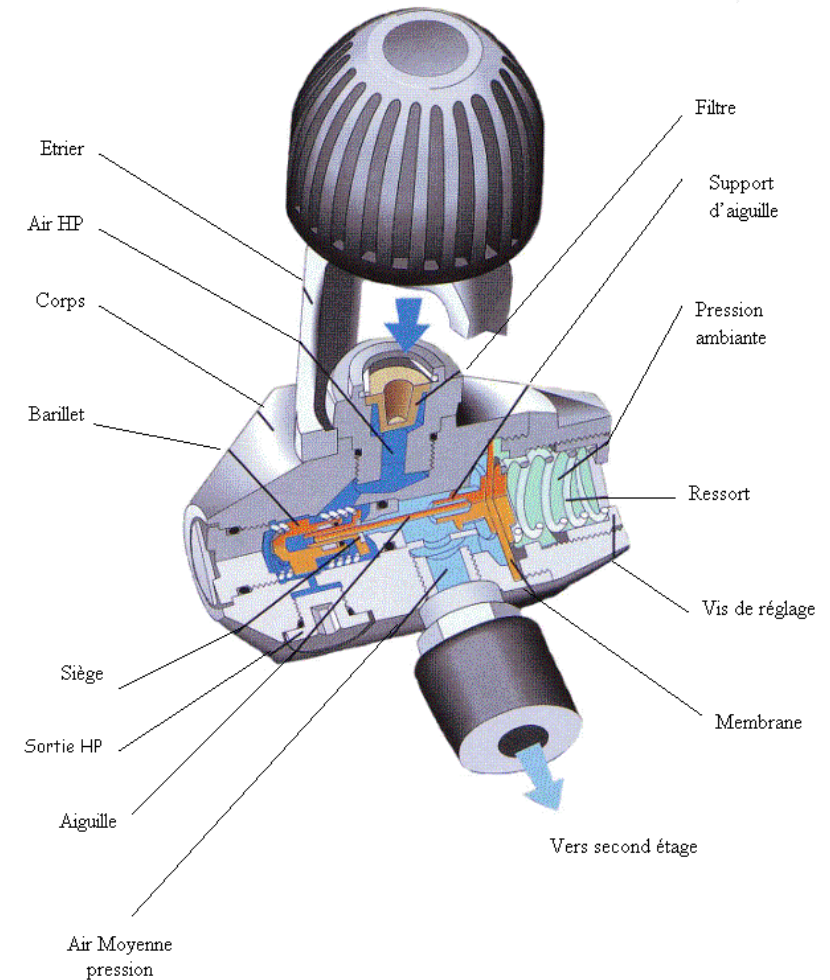
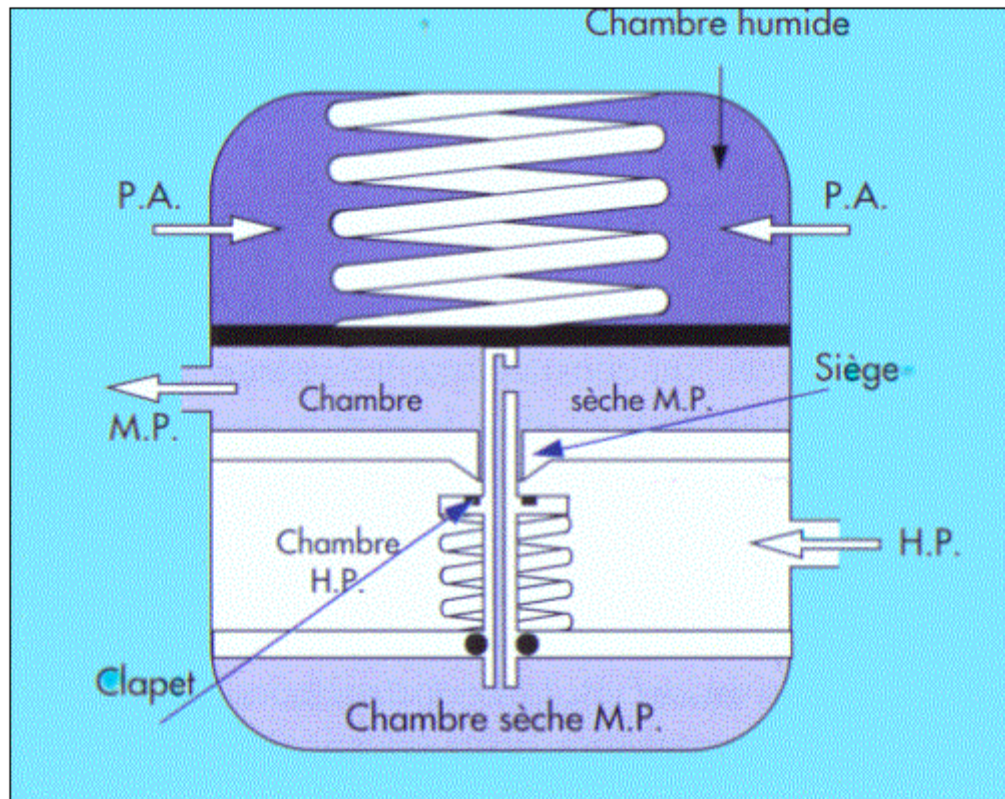
LE DÉTENDEUR À MEMBRANE



Bilan des forces

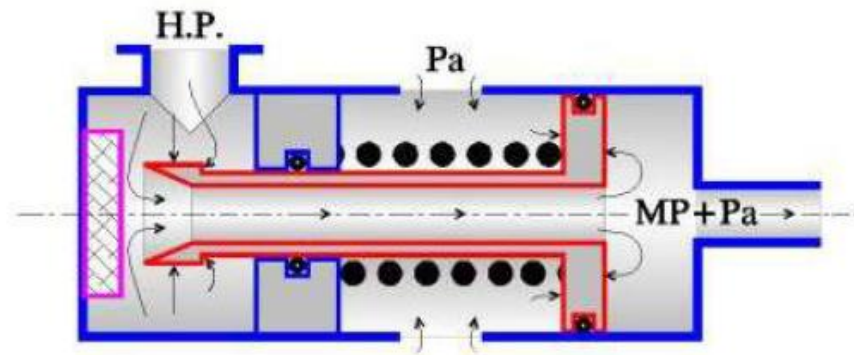
- Forces qui ouvrent
 - Force H.P. sur la surface du clapet
 - Force du ressort
 - Force de la pression ambiante sur la surface de la membrane
- Forces qui ferment
 - Force de la P.I. sur la surface de la membrane

LE DÉTENDEUR À MEMBRANE COMPENSÉ



LA SURCOMPENSATION

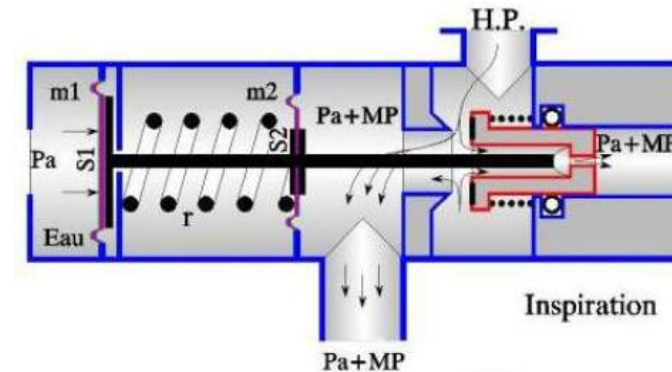
Sur Piston



La HP « aide » à la fermeture du clapet sur le siège par les épaulements sur le clapet

Si la HP diminue, la P.I. augmente

Sur Membrane

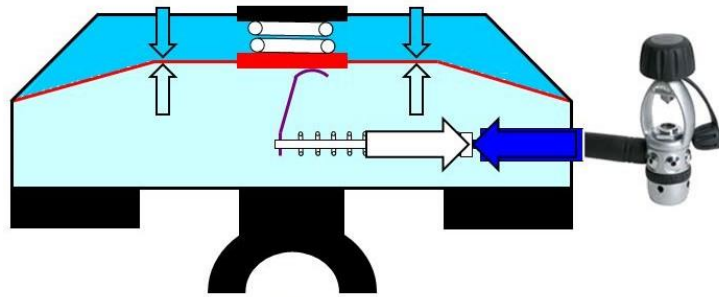


Deux membranes de surface différentes isolent le ressort du milieu extérieur, et l'air entre ces membranes est à la P.A. au montage

Si la PA augmente (profondeur), la P.I. augmente

LE 2^{ÈME} ÉTAGE

-  PA
-  PA dans la chambre sèche
-  Force du ressort
-  MP



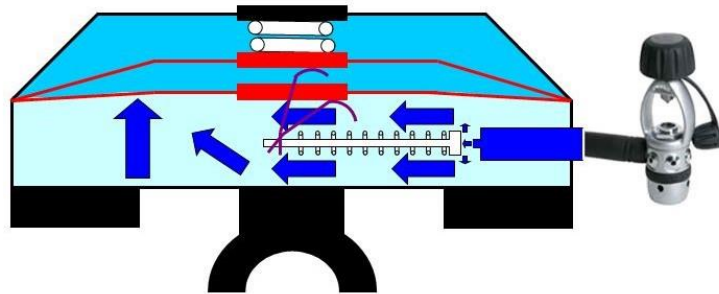
Équilibre des Forces

MP s'oppose à la force du ressort
PA s'oppose à PA dans la chambre sèche

L'air MP pénètre dans la chambre sèche

Retour à l'équilibre

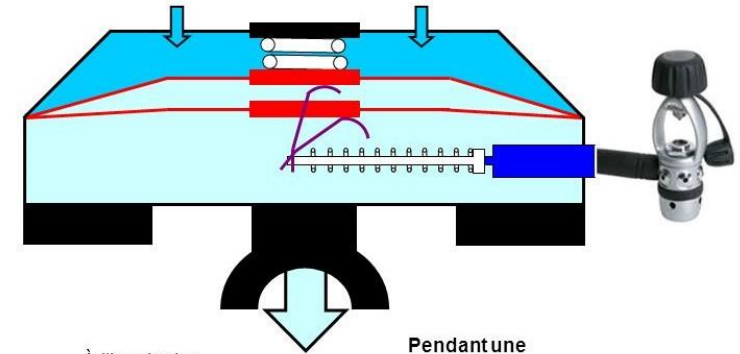
Membrane s'élève



Pendant une inspiration

↳ Déséquilibre des forces

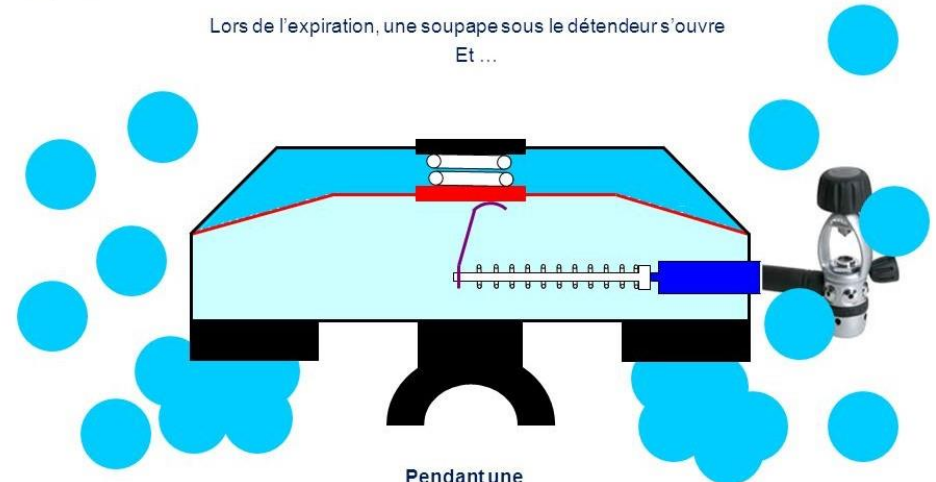
↳ Membrane s'abaisse



À l'inspiration

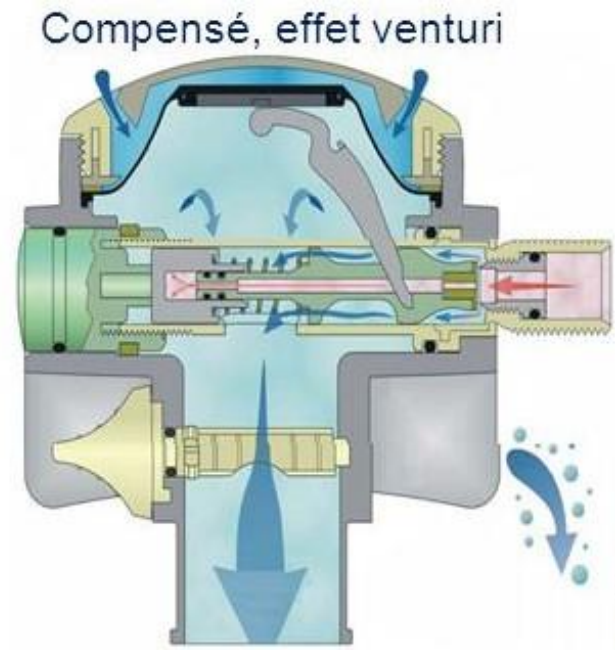
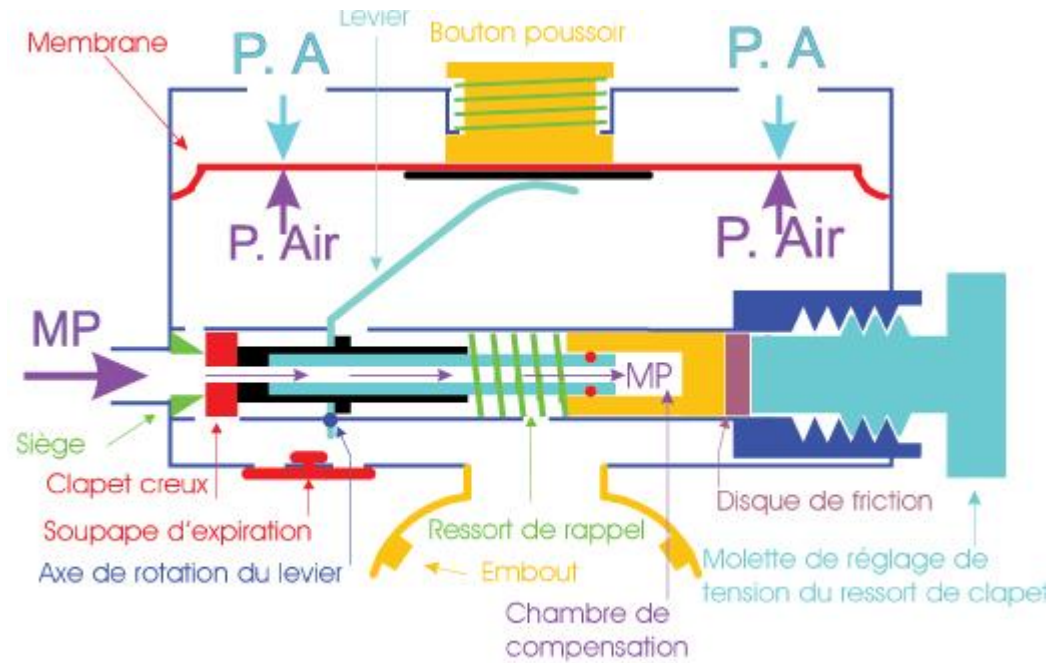
Pendant une inspiration

Lors de l'expiration, une soupape sous le détendeur s'ouvre
Et ...



Pendant une expiration

LE 2^{ÈME} ÉTAGE COMPENSÉ



VIDÉO

- <https://www.youtube.com/watch?v=cq2yRQDwEKM>

GUIDE DE CHOIX

- Il n'y a pas de mauvais détendeur
- Détendeur membrane moins sensible au froid
- Détendeur piston plus simple et robuste
- Les Compensés offrent un débit plus important donc adaptés aux plongées profondes et situations nécessitant fort débit (assistances)
- L'effet Venturi oriente le flux d'air
- Boitier métal ou plastique
- Nombre de sorties HP et MP
- Etrier ou Din

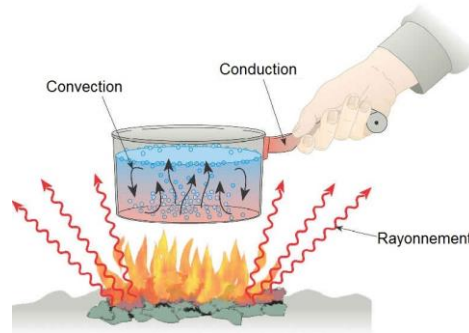


2^{ÈME} PARTIE : PANNES – ENTRETIEN

DÉTENDEUR ET FROID

MECANISMES

- Transferts thermiques
 - Conduction
 - Convection
 - Rayonnement



Les transferts se font
du corps le plus « chaud »
vers le corps le plus « froid »

- Givre

Dépôt de microgouttelettes d'eau en surfusion ($T^{\circ} < 0^{\circ}\text{C}$) sur une surface froide. L'eau peut rester sous forme liquide jusqu'à -39°C au niveau de la mer, si elle ne rencontre pas de noyau de congélation. A ce contact, elle passe directement à l'état solide et forme des cristaux de glace

Gelée : refroidissement air près surface solide atteignant la t° point de gelée. C'est une condensation solide, prenant la forme d'aiguilles, d'écailles, d'éventail

Verglas : pluie ou bruine qui gèle. Gouttes plus grosses, forment une couche uniforme

DÉTENDEUR ET FROID

MECANISMES

- Détente de l'air
 - Lorsque l'air se « détend », il se refroidit selon un rapport de détente

*Par exemple, en surface, air à 200 b détendu à 10 b, donne rapport de détente 1/20, soit un coefficient de refroidissement de 0,55
Détendeur à 300 K (27°C), la t° peut alors atteindre $300 \times 0,55 = 165$ K (-108 °C)*

*Au 2^{ème} étage et DS, le rapport de détente est 1/10, soit un coefficient de refroidissement de 0,62
Détendeur à 300 K (27°C), la t° peut alors atteindre $300 \times 0,62 = 186$ K (-87 °C)*

On peut aussi parler en Energie $E = 1,66 \times \text{Débit} \times \ln (P \text{ initiale} / P \text{ finale})$

À 40m, 20 l/min soit 100 l/min en surface

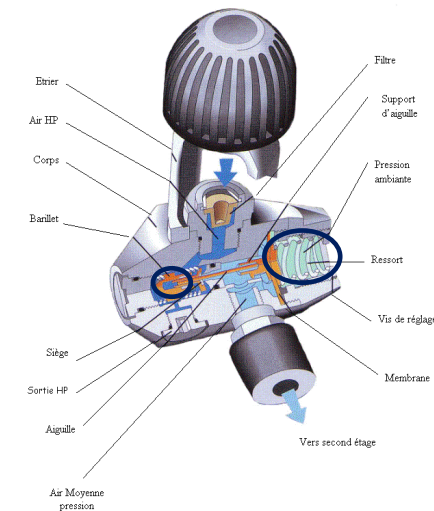
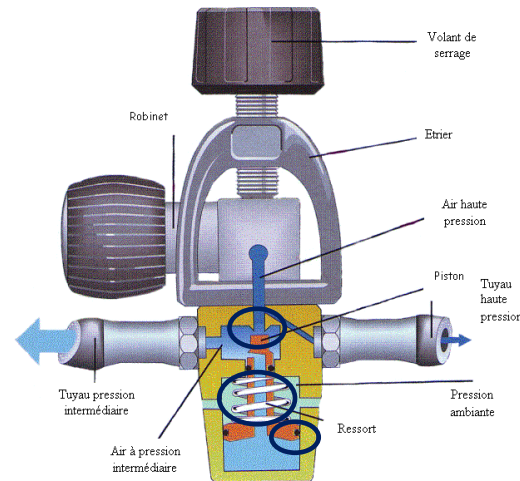
1^{er} étage : $E = 1,66 \times 100 \times \ln(200 / (10+5)) = 430$ W

2^{ème} étage : $E = 1,66 \times 100 \times \ln((10+5) / 5) = 182$ W

DÉTENDEUR ET FROID

CAUSES

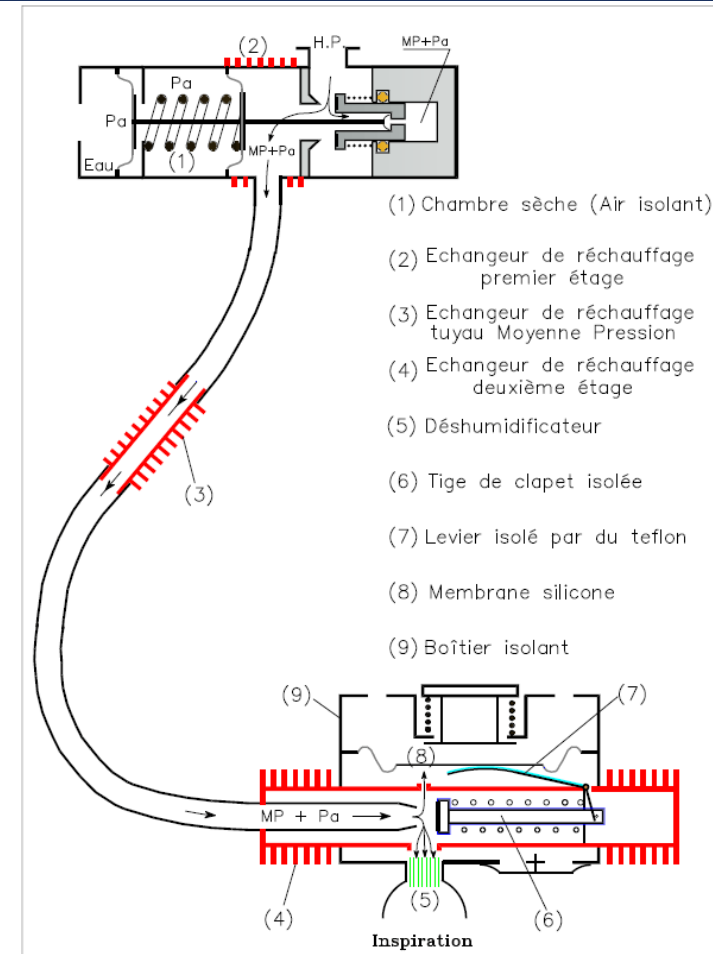
- Détente de l'air + vapeur d'eau dans l'air + milieu extérieur $< 10^{\circ}$ → givre
 - Eau est meilleur conducteur que l'air
 - Boîtier métallique au 1^{er} étage pour recevoir la chaleur extérieure
- Accumulation de givre empêche le « contact » du clapet sur le siège directement ou indirectement



DÉTENDEUR ET FROID

REMEDES

- Des boîtiers métalliques pour échanges thermiques
- Ailettes de refroidissement sur le flexible, corps détendeur, raccords flexibles
- Des isolations huile ou air pour protéger les membranes 1^{er} étage
- Diminution de la MP pour limiter la détente du 2^{ème} étage
- Un déshumidificateur constitué de lames métalliques à l'entrée de l'embout condense la vapeur d'eau émise à l'expiration du plongeur. Celui-ci la récupère à l'inspiration ce qui évite qu'elle ne se dépose et ne gèle dans le mécanisme.
- des revêtements qui empêchent le givre de se fixer sur les pièces sensibles des 2^{ème} étages.



DÉTENDEUR ET FROID

FACTEURS FAVORISANTS

- T° ambiante < 10°C
- Présence d'air humide ou eau dans bloc
- Utiliser détendeur non adaptés (EN250)
- Faire fuser dans l'air ou dans l'eau froide
- Utilisation simultanée d'air sur le 1^{er} étage
- Efforts physiques et respiratoires
- Profondeur

PREVENTION

- Détendeurs membranes même si certains pistons sont pour eau froide
- 2^{ème} étage avec parties métalliques
- Ne pas respirer à l'air libre sur le détendeur
- Ne pas monter deux 2^{ème} étage sur le même 1^{er} étage, et DS avec détendeur secours
- Utilisation de tuyau MIFLEX EN250
- Entretenir les 3 composants du détendeur
- Limiter les efforts importants
- Contrôler sa respiration et le gilet
- Limiter la profondeur

DÉTENDEUR ET FROID

CONDUITE A TENIR

- Dès que le plongeur perçoit la situation de givrage, il demande de l'air à un coéquipier s'il est près de lui, ou le rejoint en respirant sur son détendeur givrant ou de secours.
- Il informe son coéquipier en lui montrant le détendeur fusant, pièce buccale vers le bas, l'écartant vers le côté d'où vient le flexible du détendeur, afin que les bulles ne fassent écran, et gênent la visibilité.
- Ils remontent ensemble, sur le détendeur de secours du coéquipier, en gérant la vitesse de remontée, sans chercher à fermer la bouteille qui se vide.
- Dès que la visibilité est bonne, on procède éventuellement à la fermeture de la bouteille. On remonte alors en fonction de l'autonomie restante, soit sur son détendeur de secours, soit sur celui du coéquipier



DÉTENDEUR ET PANNES

Symptôme	Cause possible	Remède
Fuite d'air à la fixation sur la robinetterie	Joint défectueux, inadapté (taille) Joint absent, déplacé Portée de joint abimée	Changer le joint Remplacer la robinetterie
Fuite d'air au départ d'un flexible	Joint détérioré Serrage inadapté	Remplacer le joint Corriger le serrage
Fuite d'air le long d'un tuyau	Flexible détérioré, usé	Remplacer le flexible
Flexible entaillé	Souvent au niveau des sertissages	Changer le flexible Mettre en place l'embout de protection
Fuite air dans la chambre humide 1 ^{er} étage	Membrane ou joint de piston détérioré	Révision

DÉTENDEUR ET PANNES

Symptôme	Cause possible	Remède
Détendeur fusant immédiatement	2 ^{ème} étage Entartrage, corps étranger Système débit venturi coincé Boîtier déformé Déréglage Siège ou clapet endommagé	Nettoyage Révision / Remplacement
Détendeur fusant après délai	1 ^{er} étage Blocage 1 ^{er} étage par encrassage Moyenne pression trop élevée Siège ou clapet abimé	Révision
Entrée eau à l'inspiration	Membrane mal placée – Soupape expiration mal placée – corps étranger présent Membrane abimée – Soupape abimée – boîtier desserré	Remettre en place Maintenance

DÉTENDEUR ET PANNES

Symptôme	Cause possible	Remède
Détendeur dur à l'inspiration	2 ^{ème} étage dérégulé, encrassé Filtre entrée encrassé 1 ^{er} étage dérégulé, MP faible 1 ^{er} étage encrassé	Révision
Détendeur dur à l'expiration	Soupape expiration collée	Nettoyage Remplacer la soupape

DÉTENDEUR ET GP/N4

- Votre matériel et son montage, et respect du code du sport

En milieu naturel, la personne encadrant la palanquée est muni :

- d'un équipement de plongée avec deux sorties indépendantes et deux détendeurs complets.
- d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir,
- d'équipements permettant de contrôler les caractéristiques de la plongée et de la remontée de sa palanquée.

En milieu naturel, chaque palanquée dispose d'un parachute de palier.

- Connaître les différentes technologies pour conseiller sur montage, utilisation
- Entretenir son matériel, vérifier le matériel de la palanquée et intervenir sur certaines pannes
- Savoir intervenir en tant que GP sur un givrage



MERCI DE
VOTRE
ATTENTION